

青藏铁路格尔木-唐古拉山口段 主要线性构造 ETM 影像特征

王连庆 徐 刚

(中国地质科学院地质力学研究所, 北京, 100081)

摘 要 青藏铁路格尔木-唐古拉山口段生态环境脆弱, 地质环境复杂。ETM 遥感图象显示: 主要线性构造相对集中分布在纳赤台、望昆、五道梁、二道沟、雀巧等路段。线性构造多呈平直、舒缓波状线性影象, 条带、(线带)状色调异常等。沿线性构造断裂谷、断层三角面发育, 湖泊、水塘排列规则, 水系流向变化有序。其中望昆路段线性构造密集, 伴有第四纪断裂谷地, 山麓洪积扇发育, 水系呈平行束状或同步弯曲, 现代地震频繁, 属新构造活动强烈地段。

关键词 青藏铁路 线性构造 影像特征

Characteristics of Major Linear Structures Shown by ETM Data of the Geermu-Tanggula Mountain Pass Section along the Qinghai-Xizang Railway

WANG Lianqing XU Gang

(Institute of Geomechanics, CAGS, Beijing, 100081)

Abstract The environment of the Geermu-Tanggula mountain pass section along the Qinghai-Xizang Railway is delicate, and the geological setting is complicated. ETM remote sensing data reveal that linear structures are distributed mainly along Nachihe, Wangkun, Wudaoliang, Erdaogou, and Queqiao sections. Linear structures always present straight or slightly wavelike linear images and stripe-shaped tonal abnormality. Along the linear structures there are lots of fault valleys and fault facets, regularly arranged lakes and pools, and regularly varying flow directions of water systems. The linear structures along the Wangkun section are dense. There are many piedmont flabellate diluvia; the rivers in the water system run parallel with each other and turn simultaneously; contemporary earthquakes happen frequently. It is a region of fierce Neo-tectonic movement.

Key words Qinghai-Xizang Railway linear structure image characteristics

青藏铁路北起西宁, 南至拉萨, 全长 1 956 km, 其中西宁至格尔木段已于 1984 年投入运营。二期工程北起青海省格尔木市, 经纳赤台、五道梁、沱沱河、雁石坪, 翻越唐古拉山, 再经西藏自治区安多、那曲、当雄、羊八井, 南至拉萨市, 全长 1 118 km。格尔木-唐古拉山口段位于青海境内, 长约 570 km, 沿线生态环境十分脆弱, 地质环境非常复杂。其中海拔高度 4 000 m 以上路段约 480 km, 多年冻土路段约 460 km, 数条岩石圈断裂、区域性断裂横穿路段, 沿断裂岩石破碎, 断裂谷、断层三角面发育, 现代地震活动强烈。研究中以 ETM 遥感数据为依据, 重点论述沿线主要线性构造影像特征、近时期活动

强度和运动方式。

1 区域地质概况

自格尔木向南, 青藏铁路先后穿越昆北-柴达木地体、昆南地体、巴颜喀拉地体和唐古拉地体等构造单元, 出露的地层分别归属柴达木、巴颜喀拉和唐古拉地层区。区内主要发育昆中、昆南、玉树等岩石圈断裂和玛多-甘德、清水河、西金乌兰、子曲河等区域性断裂。大体以昆仑山口为界, 北部断裂展布方向近 EW, 南部断裂走向 NWW—NW, 呈向 NE 凸出的弧形。根据区域地质(青海省地质矿产局, 1991)、物探资料(吴功建等, 1991; 高锐等, 1995; 崔作舟等,

1995)和科研成果(许志琴等,1996,2001;潘桂棠等,1990;中英青藏高原综合地质考察队,1990),区内岩石圈断裂具有规模大、延伸长、深度深、持续活动时间长的特点。

1.1 昆中断裂带

沿低头山、大干沟一线发育,地表倾向N,倾角约60°。断裂带成生于早元古代末期,在加里东、华力西、印支和燕山期都有不同程度的活动。深部资料揭示,该断裂带属岩石圈剪切断裂,垂向深度达200 km,是分隔昆北低速体与昆南高速体的物质界面。

1.2 昆南断裂带

展布于东大滩-西大滩两侧,主要由南、北2条边界断裂组成,断裂带宽20~40 km不等,具左行剪切特征。北边界断裂倾向SSW,倾角50°~60°;南边界断裂倾向NNE,倾角60°左右。断裂带是华力西-印支期的产物,发育宽数百米至数千米的片理化带,喜马拉雅期活动强烈,不但是青海南、北两大地貌单元的分界线,而且沿断裂带分布有一系列线状或长条状断裂谷地和现代湖泊,并聚集多发近代地震。深部资料表明,该断裂带由低速物质组成,为垂向岩石圈剪切断裂,延深达250 km。

1.3 玉树断裂带

位于风火山、二道沟一带,由数条NWW向断裂组成,倾向NE,倾角40°~70°。断裂带始于印支晚期,以挤压为主,并形成挤压破碎带。燕山期后,断裂分异加剧,西段发育窄长条状第三纪-第四纪断陷盆地,东段活动较弱。近时期,东段活动转强,有多处震中分布。深部资料显示,该断裂带构成唐古拉低速体与巴颜喀拉高速体的物质界面,为垂直延伸至150 km深度的岩石圈剪切断裂,在区域上属金沙江断裂带西段。

2 遥感数据和主要线性构造影像

2.1 遥感数据

青藏铁路格尔木-唐古拉山口段总体展布方向NE25°,其范围涉及Landsat-7 ETM数据7景。笔者采用2001年10月28日、2001年12月6日的Landsat-7 ETM5、4、3波段数据,经线性拉伸、彩色合成、地理坐标校正、数字镶嵌、裁剪处理等制成一幅1:10万的假彩色遥感影像图。线性构造判读在计算机上进行,判读精度可达1:5万。

2.2 主要线性构造影像特征

区内线性影像、条带状和(线)带状色调异常等非常发育,断裂谷地、断层三角面等清晰醒目。由遥

感影像显示的主要线性构造与区域地质资料大体吻合,另外,更揭示出了大量的新构造活动信息(图1)。南山口-纳赤台、望昆-不冻泉、二道沟、雀巧等地段的主要线性构造影像特征如下:

2.2.1 南山口-纳赤台地段 该地段由一组近EW向的主干线性构造和分支线性构造组成。主干线性构造影像呈舒缓波状,色调较浅,两侧纹理差异明显。其间夹有透镜状岩块,挤压特征显著。该带横

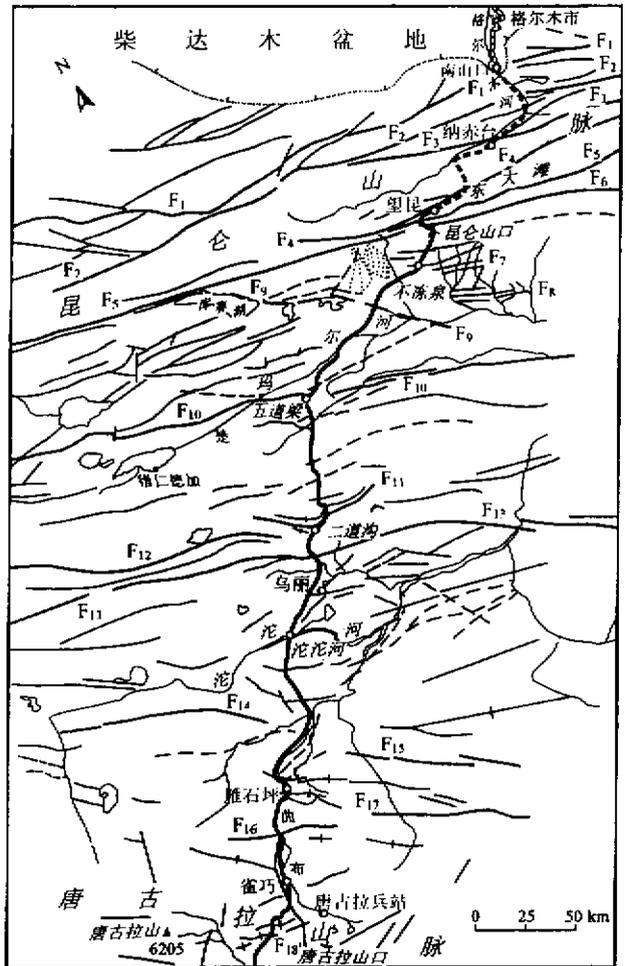


图1 青藏铁路格尔木-唐古拉山口段主要线性构造图

1	2	3	4	F ₂
6	7	8	9	10

Fig.1 Sketch map showing the dominant linear structure characters of the Geermu-Tanggula Mountain Pass Section of Qinghai-Xizang railway

- 1-主干线性构造 2-分支线性构造 3-隐伏线性构造;
 - 4-褶皱 5-线性构造编号 6-已建线路 7-在建铁路;
 - 8-拟建铁路 9-冲、洪积扇 10-盆地边界
- 1-major linear structure 2-minor linear structure 3-hide linear structure 4-fold 5-linear structure number 6-railway 7-railway under construction 8-railway plan 9-alluvial-proluvial fan 10-basin boundary

贯本区,影像表现为条块状高山地貌,北侧是柴达木盆地,南侧为昆南高山-谷地。沿铁路线主要有南山口(F_1)、低头山(F_2)、纳赤台(F_3)等3条主干线性构造,它们都是昆中岩石圈断裂出露地表的组分。

2.2.2 望昆-不冻泉地段 该地段由一组 EW—NWW 向、密集带状的主干线性构造和次级线性构造组成。主干线性构造展布在东大滩-西大滩两侧和昆仑山主脊南侧,影像延伸平直,十分醒目。次级线性构造在不冻泉附近呈带状分布,影像清晰、延伸不远。该带位于昆南高山-谷地与青藏高原毗邻地带,沿铁路线主要有西大滩北(F_4)、西大滩南(F_5)、昆仑山口北(F_6)等主干线性构造。其中西大滩南主干线性构造相当昆南断裂带南部边界断裂,昆仑山口北主干线性构造属玛多-甘德断裂,二者在昆仑山口西侧重接复合。

(1)西大滩主干线性构造:西段位于库赛湖盆地北侧,线性构造影像平直,断层三角面排列整齐,两侧色调、影纹、地貌特征等差异显著。其南侧山麓洪积扇发育,垂向水系呈平行束状,并在流经线性构造附近同步弯曲,指示昆南断裂带近代具左行扭动特征(图2)。此外,在库赛湖盆内可见多期洪积扇不对称歪斜叠加现象,众多小型湖泊呈串珠状线性展布,显示了 NWW 向隐伏线性构造(F_9)的存在。表明主干线性构造南盘第四纪以来经历了多次不平衡分异活动。

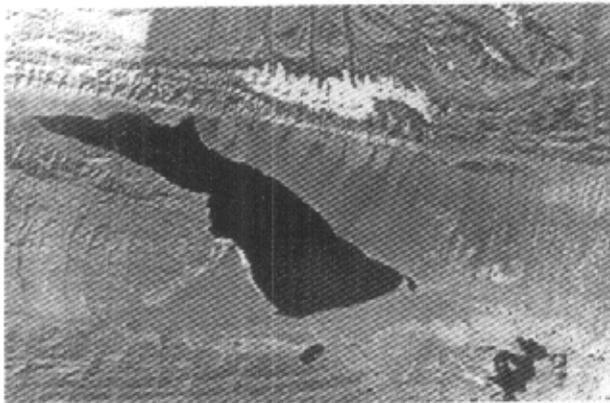


图2 西大滩主干线性构造西段影像

Fig.2 The image of major linear structures of west Xidatan

东段展布于西大滩-东大滩两侧,线性构造东部影像平直,西部略呈弧形。沿线断层三角面发育,呈线性排列。西大滩-东大滩谷地宽数千米,洪积锥、冰砾扇并列分布,向北或向南伸展;北侧水系不发育,南侧支流众多。南侧扇状水系在谷地中汇集成束,构成2支大的帚状水系(图3)。

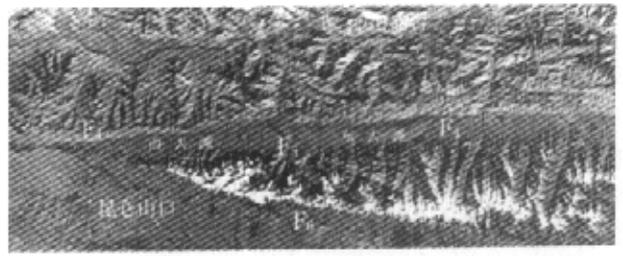


图3 西大滩主干线性构造东段影像

Fig.3 The image of major linear structures of east Xidatan

(2)昆仑山口北主干线性构造:位于昆仑山主脊南侧,线性构造影像呈深色色线,西段平直,止于昆仑山口西侧;东段向 SE 方向弯转,略呈弧形。其两侧色调、纹理、地貌差异显著。

(3)不冻泉次级线性构造:影像反映为山地与谷地相间的地貌景观。山地出露三叠系,色调较深,层理清晰;谷地为第四系沉积,色调较浅,二者接触界线呈阶梯状。谷地内发育众多湖塘,呈串珠状线性展布,不少湖塘呈长条形;水系肘状弯转,支流的汇流点呈线状排列。不但显示该处存在一组 NWW 走向的线性活动构造(F_7 、 F_8),而且它们具右行扭动特征。

研究结果表明,望昆-不冻泉段主干线性构造密集,共同构成昆南岩石圈断裂地表组分,不但控制库赛湖盆地、西大滩-东大滩谷地的成生与沉积,而且制约水系的发育与流向,表明该地段近期活动强烈。据我国地震台网测定,北京时间2001年11月14日17时26分,在新疆、青海交界处的昆仑山中(北纬 36.2° ,东经 90.9°)发生了8.1级地震,震中位于新疆若羌县境内,距离格尔木市350 km。据调查,该地震的宏观震中地处昆南断裂带西段,西大滩-东大滩谷地亦有余震发生;在青藏公路62道班附近,可见长达数千米的地裂缝,致使青藏公路(国道109线)多处断裂,青藏铁路建设工地的房屋、围墙等临时设施都受到不同程度的损坏。同时,昆南断裂东段阿拉克湖附近在20世纪30年代曾有7.5级地震发生(青海省地质矿产局,1991),可见昆南断裂带是一条现今仍在强烈活动的活动断裂带。

2.2.3 二道沟地段 由一系列 NWW 走向、呈波状弯曲的线性构造和褶皱组成。西段以线性构造为主,沿山前断层三角面发育,在谷地湖泊呈串珠状展布。中段二道沟一带褶皱相当发育,形态清晰,转折端明显,并经历过二次褶皱作用。由于线性构造的切割,该段总体展布形式不很协调,表明其遭受过多次不同方向的强烈挤压和左行扭动。根据影像判断,该段线性构造相对分散,南界主干线性构造

(F_{13})应是玉树断裂带西延段落。

2.2.4 雀巧地段 雀巧地段位于唐古拉山口以北,为一近SN向构造断陷盆地,堆积有第四系冰水沉积物质。沿盆地西侧边界,线性构造(F_{18})影像清晰,断层三角面呈弧型排列。盆地内洪积扇发育,形态完整。根据色调可分为3期(a、b、c)洪积扇,晚期洪积扇叠加在早期洪积扇之上,并呈不对称歪斜状态,影像同时显示布曲主河道不断向东迁移,从而表明盆地西侧山地曾经历多次不均匀的抬升(图4)。盆地内尚发育有2条(F_1 、 F_2)隐伏线性构造,并控制水系的展布。



图4 雀巧构造断陷盆地影像

Fig. 4 The image of tectonic basin of Queqiao

3 结论

格尔木-唐古拉山口段主要线性构造具如下特征:

(1)主要线性构造相对集中分布在纳赤台、望昆、五道梁、二道沟、雀巧等路段。主干线性构造与岩石圈断裂或区域性断裂出露位置大体相当。岩石圈断裂在地表多反映为一组平行线性构造,有的伴有串珠状谷地和湖泊,且现代地震活动频繁,线性构造多是新构造活动强烈的控震构造。

(2)主干线性构造多呈平直、舒缓波状线性影象,条带、线(带)状色调异常等。沿线性构造断裂谷、断层三角面发育,湖泊、水塘排列规则,水系流向变化有序。其两侧色调、纹理、地貌差异显著,旁侧常并列分布有第四纪洪积锥、冰砾扇。线性构造新构造活动强度和方式,可根据其对盆地、谷地成生与沉积的控制作用和水系肘状弯转的方向厘定。

万方数据

(3)盆地、谷地多为新生代沉积,色调较浅、纹理平淡。线性构造主要显示为条带状色调异常,众多小型湖塘呈串珠状线性展布等。可根据洪积扇期次、形态和叠加方式大致判断盆地构造抬升强度。

(4)望昆-不冻泉路段地处昆南岩石圈断裂上方,线性构造密集,山麓洪积扇发育,水系平行束状、同步弯曲,现代地震频繁,属新构造活动强烈地段。

参考文献

- 崔作舟,李秋生,吴朝东等. 1995. 格尔木-额济纳旗地质断面的地壳结构与深部构造. 地球物理学报, 38(增刊II):15~28.
- 高锐,成湘洲,丁谦等. 1995. 格尔木-额济纳旗地质断面地球动力学模型初探. 地球物理学报, 38(增刊II):3~14.
- 潘桂棠,王培生,徐耀荣等. 1990. 青藏高原新生代构造演化. 北京:地质出版社,6~24.
- 青海省地质矿产局. 1991. 青海省区域地质志. 北京:地质出版社,538~548.
- 许志琴,姜枚,杨经绥等. 1996. 青藏高原北部隆升的深部构造物理作用. 地质学报, 70(3):195~206.
- 许志琴,杨经绥,姜枚等. 2001. 青藏高原北部东昆仑-羌塘地区的岩石圈结构及岩石圈剪切断层. 中国科学(D辑), 31(增刊):1~7.
- 吴功建,高锐,余钦范等. 1991. 青藏高原亚东-格尔木地质断面综合地球物理调查与研究. 地球物理学报, 34(5):552~560.
- 中英青藏高原综合地质考察队. 1990. 青藏高原地质演化. 北京:科学出版社,60~90.

References

- Cui Zuozhou, Li Dongsheng, Wu Chaodong. 1995. The lithosphere frame and deep structure in the geological discontinuity Geermu-Ejina borough. Journal of Geophysics, 38(Sup. 2):15~28 (in Chinese).
- Gao Rui, Cheng Xiangzhou, Ding Qian. 1995. The study on the geodynamics model in the geological discontinuity Geermu-Ejina borough. Journal of Geophysics, 38(Sup. 2):3~14 (in Chinese).
- Pan Guitang, Wang Peisheng, Xu Yaorong. 1990. Cenozoic tectonic evolution of Qinghai-Xizang Plateau. Beijing: Geological Publishing House, 6~24 (in Chinese).
- Qinghai Geology and Mineral Resources Bureau. 1991. Qinghai regional geologic topography. Beijing: Geological Publishing House, 538~548 (in Chinese).
- Xu Zhiqin, Jiang Mei, Yang Jingsui. 1996. The physical process of deep structure in the uplifted northland Qinghai-Xizang (Tibetan) plateau. Journal of Geology, 70(3):195~206 (in Chinese).
- Xu Zhiqin, Yang Jingsui, Jiang Mei. 2001. The lithosphere frame and its slip fault in East Kunlun-Qiangtang region of the northland Qinghai-Xizang (Tibetan) plateau. Science in China (Series D), 31(Sup.):1~7 (in Chinese).
- Wu Gongjian, Gao Rui, Yu Qinfa. 1991. The general geophysical survey and research on the geological discontinuity in Yadong-Geermu region Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau. Journal of Geophysics, 34(5):552~560 (in Chinese).
- The Generalization Geological Review Team on Qinghai-Xizang (Tibetan) Plateau of China-England. 1990. The geological evolution of Qinghai-Xizang (Tibetan) plateau. Beijing: Science Press, 60~99 (in Chinese).